

# 土壌汚染リスク評価技術における本格研究 環境リスクを科学的、客観的に評価する

## 何が問題なのか？

近年、産業活動に起因した土壌・地下水汚染の事例が増加しており、企業用地や市街地などの土壌汚染による環境問題が大きくクローズアップされています。2004年には土壌汚染対策法が施行され、法施行に伴い事業所や市街地における土壌・地下水汚染のリスクを適切に管理することが求められています。そのためには汚染現場の調査・モニタリングによって取得したデータを用いた汚染状態の程度、規模、広がりなどの技術的な評価を行うことが必要です。また、汚染評価の結果や化学物質の情報をもとに、人や生態系に対する影響について定量的に評価することが重要です。しかし、これまでわが国では人への健康リスクを評価する統一的な手法がなく<sup>[1]</sup>、土壌汚染のリスク管理を実施するための技術基盤が十分とは言えませんでした。

## GERASの開発と特徴

このような社会状況やリスク評価の重要性により、化学物質による健康影響の発生確率と影響度（毒性値）を基礎として、定量的に土壌・地下水汚染による健康リスクを科学的に評価するためのコンピューターシステムを

わが国で初めて開発しました<sup>[2]</sup>。この研究開発の中で、上記のリスク科学の方法論と土壌・地質汚染基本調査に基づくさまざまなデータベースを内包した地圏環境リスク評価システム（GERAS：Geo - environment Risk Assessment System）を開発し、一般に公開しています。

このシステムは、図1のように暴露評価とリスク評価を基礎とした健康影響の判定、浄化目標の濃度レベルやリスク設定のための“スクリーニングモデル”GERAS-1と、汚染現場の土壌特性、汚染物質の分解特性などを考慮して個別サイトのリスクを評価する“サイトモデル”GERAS-2から構成されます。このうちGERAS-1は、すでに多数の事業所や自治体などに試用供与されています。2006年にはGERAS-2の開発が完了し、専門家の審査・評価を受けて2007年より公開するに至りました。

開発したGERASは、土壌や地下水を汚染している化学物質の人への暴露量や人に及ぼすリスクを算出でき、パソコン（Windows）上で容易に使用することができます。主に工場や事業所などの自主的なリスク管理を推進するために使用する評価システムで、汚染物質としては、法で規定

## 地圏環境リスク評価システム(GERAS)



## GERAS-2(第2階層) サイト固有の評価モデル

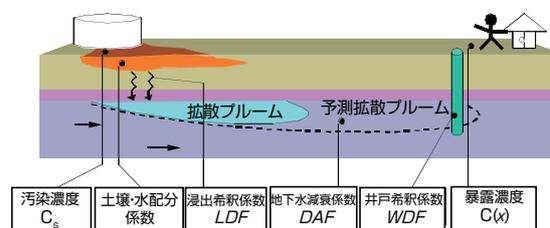


図1 地圏環境リスク評価システム GERAS の概要と構成

されている重金属や揮発性有機化合物に加えて、油分（鉱物油）、ポリ塩化ビフェニル（PCB）、ダイオキシン類などのリスク評価も可能です。

この研究では、土壌汚染にかかわる暴露評価とリスク評価の方法論を確立するとともに、サイトモデルで使用する計算式の妥当性を確認しました。また、わが国における特有の土壌特性や人への暴露条件などを反映させ、汚染現場の内部あるいは外部に居る人の暴露量とリスクを算定することを可能にしました。さらに、土壌・地下水の特性、汚染物質の物性や毒性などのデータベースを整備することにより、利用者に親しみやすいコンピューターシステムとして完成させることができました。

## 構成学的アプローチの導入

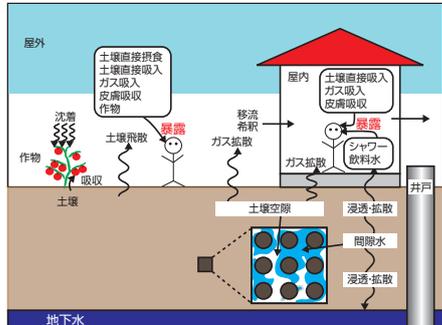
この研究開発は、第2種基礎研究である各種要素技術の成果を融合させ



1980年公害資源研究所に入所、以来産業保安や安全工学に関わる研究開発に従事してきました。その後、米国留学中に環境汚染のリスク評価に興味を持ち、最近では土壌汚染のリスク評価技術や環境リスク管理の研究開発に従事しています。2004年より地圏資源環境研究部門研究グループ長、後に同部門副研究部門長、2007年より東北大学大学院連携講座教授を兼任。

駒井 武（こまいたけし）  
takeshi-komai@aist.go.jp  
地圏資源環境研究部門  
副研究部門長

GERAS-1 (第1階層)スクリーニング評価モデル



土壌汚染対策法で規定される重金属など、揮発性有機化合物に加えて、**油分やダイオキシン類**のリスク評価も可能に

不飽和帯  
境界層  
飽和帯

て、製品としてのGERASを開発するための本格研究のアプローチをとっています。

具体的には、土壌・地下水汚染のリスク評価技術を確立するため、さまざまな研究分野の要素技術を統合して、統一的な方法論およびデータベースの構築に基づいてリスク評価システムとして完成させました。研究の実施における構成学的な特徴を図2に示します。この研究の主要な要素技術としては、環境地質、リスク科学、分析化学、環境工学などの多くの研究分野に及んでおり、これらの連携が重要と考えられます。また、要素技術を融合させるためには、要素研究を単独で実施するだけでなく、共通の尺度（環境リスク）に基づいた構成学的なアプローチが不可欠でした。この研究開発では、土壌汚染対策におけるリスクベースの対応やガバナンスなどの新たな方法論

を導入し、要素技術の最適な選択と統合、リスク評価の実践におけるスパイラル構成などの特徴的な研究開発を推進しました<sup>[3]</sup>。

**公開・普及と社会への適用**

開発した土壌汚染評価技術の公開にあたっては、リスク評価システムおよびデータベースをCD-ROMにインストールし、シリアル番号を付けて国内外の使用者に配布しています。また、汚染現場での活用を考慮して詳細マニュアルを作成し、評価システムとともに提供しています。さらに、使用者からは汚染評価の情報や評価結果などのフィードバックを受けています。これまでに、国内では800件を超える事業所、工場、自治体、浄化企業、地質コンサルタント、大学関係者などに配布し、産業や社会で広く活用されています。その主な用途は、事業所や自治体における土壌・地下水汚染の自主管理であり、全体の60%程度を占めています。また、海外用に英語版のGERAS-Eバージョンを開発し、英国、中国、韓国、タイ、ベトナムなどに配布していま

す。また、鉱物油（ガソリン、軽油、灯油などの石油系燃料）に特化した評価システムの開発も進めており、環境汚染物質の移流・分散解析や浄化によるリスク軽減を評価するための詳細モデルGERAS-3の開発を行い、今後、GERASの全体バージョンとして仕上げていく計画です。

開発した土壌汚染評価技術は、環境省（土地利用用途ごとの浄化目標）や経済産業省（サイトアセスメント）において国内唯一のリスク評価システムとして導入され、最近では国土交通省の自然由来の有害物質を含む土壌のリスク評価にも採用されています。将来的には、リスク評価の方法論を標準化することにより、法規制や社会システムへの適用を目指しています。

**参考文献**

- [1] 駒井 武：地学雑誌, 116, 853-863 (2007).
- [2] 川辺 能成 他：地質ニュース, 628, 35-42 (2006).
- [3] 駒井 武 他：Synthesiology, 1(4), 30-40 (2008).

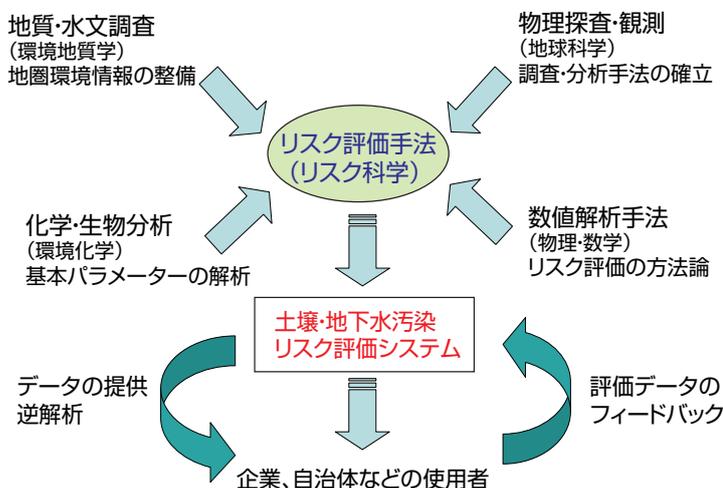


図2 土壌汚染リスク評価技術開発における構成学的な特徴